

В. П. Садоков, А. И. Неушкин,
В. Ф. Козельцева, Н. Н. Кузнецова

СОПРЯЖЕННОСТЬ ХОЛОДНЫХ И ТЕПЛЫХ ЗИМ С ЗАСУШЛИВОСТЬЮ И УВЛАЖНЕНИЕМ ЛЕТОМ ПО СЕМИ РЕГИОНАМ ЕТР

Параметр W_i — показатель зимних условий, предложенный А. В. Поповым [2]. В настоящее время архив показателей погодных условий зимой (W_i) и летом (S_a) пополняется в оперативном режиме, и появилась возможность определить сопряженность между ними.

В работе использованы данные 39 станций (рис. 1), расположенных в семи регионах европейской территории России (ЕТР):

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| I — Северо-Западном; | V — Центрально-Черноземном; |
| II — Северном; | VI — Поволжском; |
| III — Центральном; | VII — Северо-Кавказском. |
| IV — Волго-Вятском; | |

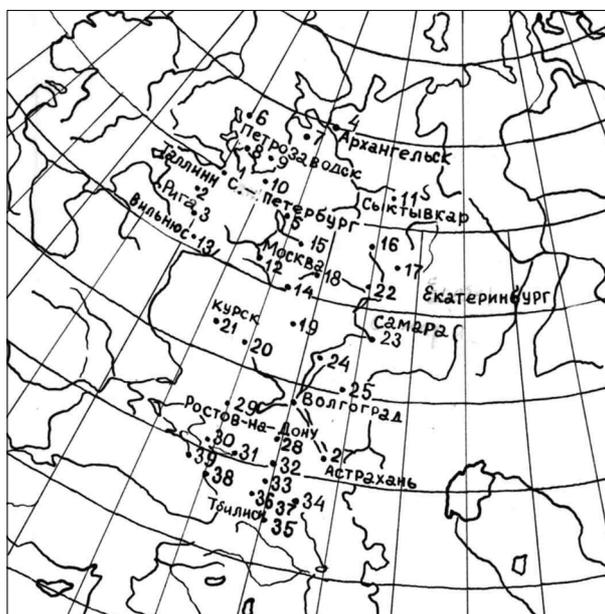


Рис. 1. Станции, данные которых привлечены к исследованиям.

Характеристики зим отобраны по шести градациям (табл. 1). В 1-ю градацию вошли случаи суровых зим. Во 2-ю градацию вошли случаи, когда зимы считались холодными. Нормальные погодные условия характеризовались 3-й и 4-й градациями. Пятая градация объединяла случаи теплых зим, а шестая — случаи экстремально теплых зим.

В соответствии с принятыми градациями определялась повторяемость значений \bar{W}_i по семи регионам ЕТР за 52 года (в декабре — с 1950 по 2001 г., а в январе и феврале — с 1951 по 2002 г.) (табл. 2). Зимой повторяемость значений \bar{W}_i из 1-й градации составляет 7 %, а из 6-й — 6 %. Нормальные погодные условия (3-я и 4-я градации) отмечены в 42 %, холодные зимы (2-я градация) — в 17 %, а теплые зимы (5-я градация) — в 28 %. Анализ данных по месяцам (декабрь—февраль) показывает рост повторяемости экстремальных случаев: 1-я градация — 13, 11 и 15 %, а 6-я — 11, 16 и 19 % соответственно.

В табл. 3 группы значений \bar{W}_i рассмотрены по пятилеткам, исключение составляют 1996—2002 гг. Выделяются два характерных периода:

1) 1950—1980 гг., когда отмечены отрицательные значения \bar{W}_i , т. е. преобладали холодные зимы;

Таблица 1

Характеристика зимних условий по градациям

Номер градации	Показатель градации	Характеристика зимних условий
1	Не менее 1,55 (2,0)	Суровые
2	–0,55...–1,54	Холодные
3	–0,01...–0,54	Холодные*
4	0,00...0,54	Теплые*
5	0,55...1,54	Теплые
6	Не более –1,55 (–2,0)	Экстремально теплые

* Нормальные погодные условия.

Таблица 2

Средняя повторяемость значений \bar{W}_i по градациям на ЕТР для зимы в целом и по месяцам, %

Номер градации	Зима	Декабрь	Январь	Февраль
1	7	13	11	15
2	17	24	15	17
3	21	17	13	12
4	21	16	14	15
5	28	19	31	22
6	6	11	16	19

Таблица 3

Число случаев значений \bar{W}_i зимой по пятилеткам с 1950 по 2002 г.

Пятилетка	Градация \bar{W}_i		Пятилетка	Градация \bar{W}_i	
	$\leq -0,01$	$\geq 0,00$		$\leq -0,01$	$\geq 0,00$
1950—1955	22	13	1981—1985	12	23
1956—1960	16	19	1986—1990	13	22
1961—1965	17	18	1991—1995	8	27
1966—1970	21	14	1996—2002	14	35
1971—1975	17	18	Среднее	12	27
1976—1980	24	11			
Среднее	20	16			

Примечание: исключение составляют 1996—2002 гг. (7 лет).

2) 1981—1985 гг., когда наступило потепление. Если за первые 6 пятилеток в среднем было 20 случаев с отрицательными значениями \bar{W}_i , а 16 случаев — с положительными, то в последующий период отмечено 12 случаев с отрицательными и 27 случаев с положительными значениями \bar{W}_i . Такое распределение указывает на потепление зим с 1981 г.

Подтверждают потепление зим также данные табл. 4, в которой приведены средние значения \bar{W}_i по семи регионам для двух периодов:

1) в 1950—1980 гг. значения \bar{W}_i были отрицательными, в среднем около $-0,20$, исключение составляют Северный ($\bar{W}_i = -0,09$) и Северо-Кавказский ($\bar{W}_i = -0,12$) регионы. Среднее значение \bar{W}_i по всей территории равно $-0,18$;

2) период 1981—2002 гг. был теплым, а значения \bar{W}_i изменялись от $0,42$ до $0,78$. Выделяются Центрально-Черноземный ($\bar{W}_i = 0,27$) и Северо-Кавказский ($\bar{W}_i = 0,25$) регионы. Среднее значение \bar{W}_i повысилось до $0,47$.

Таблица 4

Средние значения \bar{W}_i по регионам и по всей ЕТР

Период	Регион							Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1950—1980	-0,20	-0,09	-0,25	-0,20	-0,16	-0,24	-0,12	-0,18
1981—2002	0,62	0,49	0,44	0,78	0,27	0,42	0,25	0,47
1950—1972	-0,29	-0,12	-0,36	-0,30	-0,23	-0,28	-0,02	-0,23
1973—1989	0,20	0,09	0,21	0,31	0,18	0,04	-0,05	0,14
1990—2002	0,83	0,71	0,52	0,98	0,24	0,57	0,24	0,58

Примечание. I — Северо-Западный; II — Северный; III — Центральный; IV — Волго-Вятский; V — Центрально-Черноземный; VI — Поволжский; VII — Северо-Кавказский.

Помимо данных табл. 4, о постепенном потеплении можно судить еще по трем периодам:

1) в 1950—1972 гг. значения \bar{W}_i были отрицательными, приближаясь к $-0,20$. Выделяются Северный ($\bar{W}_i = -0,12$) и Северо-Кавказский ($\bar{W}_i = -0,02$) регионы. Среднее значение $\bar{W}_i = -0,23$;

2) в 1973—1989 гг. значения \bar{W}_i становятся положительными, кроме Северо-Кавказского региона ($\bar{W}_i = -0,05$), а среднее значение $\bar{W}_i = 0,14$;

3) 1990—2002 гг. — очень теплый период, так как в пяти районах из семи значение \bar{W}_i было более $0,2$, а среднее значение $\bar{W}_i = 0,8$.

По данным табл. 4 для наглядности построены графики хода средних значений \bar{W}_i по семи регионам ЕТР за два и три периода (рис. 2). На рис. 2 а проиллюстрированы данные за 1950—1980 и 1981—2002 гг., откуда видно, как значительное потепление зим наблюдалось при переходе от первого периода ко второму.

На графиках рис. 2 б даны три периода: 1950—1972, 1973—1989 и 1990—2002 гг. В первом периоде значения \bar{W}_i отрицательны. Во втором периоде их знак меняется на положительный, а в третьем эти положительные значения достигают максимума.

В табл. 5 приведена повторяемость засушливых и переувлажненных условий по месяцам в семи экономических районах ЕТР, определенная по тем же станциям, что и для W_i , за апрель—август 1950—2002 гг.

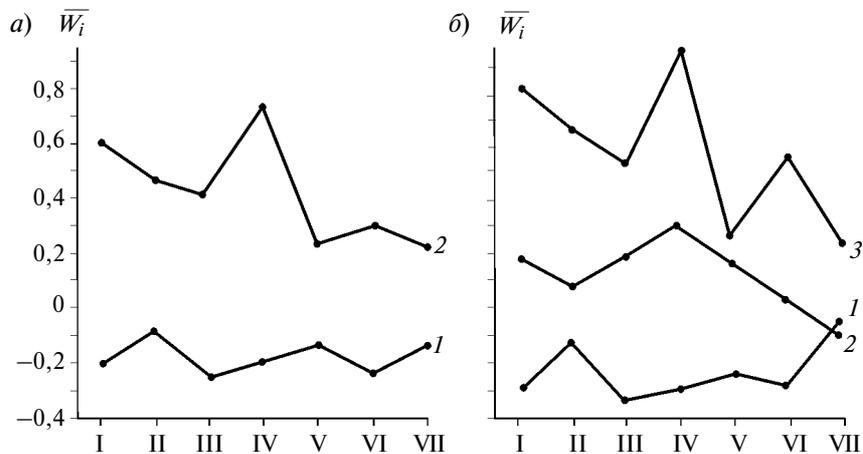


Рис. 2. Ход средних значений \bar{W}_i по семи регионам ЕТР за два (а) и три (б) периода.

а: 1 — 1950—1980 гг., 2 — 1981—2002 гг.;

б: 1 — 1950—1972 гг., 2 — 1973—1989 гг., 3 — 1990—2002 гг.

Таблица 5

**Повторяемость засушливых и переувлажненных условий по месяцам
в семи экономических районах ЕТР за апрель—август 1950—2002 гг. (53 года), %**

Месяц	Регион							Средняя
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Засуха ($S_i \geq 2$)								
Апрель	13,2	11,3	13,2	11,3	13,2	13,2	11,3	12,3
Май	5,7	3,8	3,8	5,7	11,3	7,5	7,5	6,5
Июнь	1,9	9,4	17,0	13,2	15,1	15,1	11,3	11,9
Июль	15,1	15,1	18,8	11,3	17,0	17,0	3,8	14,0
Август	17,0	11,3	11,3	7,5	9,4	5,7	9,4	10,2
В среднем	10,5	10,2	12,8	9,8	13,2	11,7	8,7	11,0
Переувлажнение ($S_i \leq 2$)								
Апрель	3,8	1,9	1,9	7,5	7,5	5,6	9,4	5,4
Май	7,5	9,4	11,3	13,2	11,3	9,4	9,4	10,2
Июнь	7,5	7,5	7,5	7,5	1,9	5,6	5,6	6,2
Июль	5,6	3,8	1,9	7,5	5,6	3,8	9,4	5,4
Август	7,5	7,5	9,4	7,5	7,5	9,4	7,5	8,0
Средняя	6,4	6,0	6,4	8,6	6,8	6,8	8,3	7,0

Анализ этих данных показал, что средняя повторяемость засух за летние месяцы составляет 11 %, ее распределение по месяцам и ранжиру следующее:

- 1) июль (14 %),
- 2) апрель (12,3 %),
- 3) июнь (11,9 %),
- 4) август (10,2 %),
- 5) май (6, %).

Полученные результаты подтверждают исследования Д. А. Педя [3] о том, что такое опасное явление, как засуха, отмечается редко.

Анализ данных табл. 5 указывает на более частую повторяемость засух (11,0 %) и редкую повторяемость избыточного увлажнения (7,0 %). Поменялись местами ранги для апреля и мая. Если засуха в апреле встречается в 12,3 % случаев, то избыточное увлажнение — только в 5,4 %. В мае, наоборот, засуха бывает в 6,5 % случаев, а избыточное увлажнение — в 10,2 %.

Нас также интересовала повторяемость (число случаев) холодных ($\bar{W}_i \leq -2$) и теплых ($\bar{W}_i \geq 2$) зим, засух ($S_a \geq 2$) и избыточного увлажнения ($S_a \leq 2$) по двум (1950—1980 и 1981—2002 гг.) и трем периодам (1950—1972, 1973—1989 и 1990—2002 гг.) на всей изучаемой территории

Таблица 6

**Повторяемость (число случаев) на ЕТР теплых и холодных зим,
летних условий засух и избыточного увлажнения
по двум и трем периодам**

Период	Зима (XII—II)		Лето (IV—VIII)	
	$\bar{W}_i \leq -2$	$\bar{W}_i \geq 2$	$S_i \geq 2$	$S_i \leq -2$
1950—1980	100	66	89	86
1981—2001/2	40	107	114	43
Всего	140	173	203	129
1950—1972	83	42	67	52
1973—1989	37	61	56	62
1990—2001/2	20	70	80	15
Всего	140	173	203	129

(табл. 6). Если в 1950—1980 гг. отмечено 100 холодных зим, а в 1981—2002 гг. — только 40, то теплых зим в первом периоде оказалось 66, а во втором — 107. Аналогичные результаты получены и по трем периодам: данные указывают на постепенное потепление зим. Данные по увлажнению за лето также подтверждают полученный вывод о потеплении.

При оценке сопряженности зимних условий (\bar{W}_i) с засухой ($S_a \geq 2$) за 1950—2002 гг. в табл. 7 и 8 знак «плюс» соответствует совпадению теплых зим (\bar{W}_i+) с засухой (S_a+), а знак «минус» — холодных зим (\bar{W}_i-) с засухой (S_a+).

Таблица 7

**Оценка сопряженности зимних условий с летней засухой в 1950—2002 гг.
по регионам за все лето (апрель—август), %**

Период	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Лето в целом	75	25	67	33	50	50	65	35	43	57	42	58	65	35

Таблица 8

**Оценка сопряженности зимних условий с летней засухой в 1950—2002 гг.
по месяцам на всей территории, %**

Регион	Апрель		Май		Июнь		Июль		Август	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Вся территория	76	24	41	59	52	48	62	38	42	58

Положительные оценки сопряженности по регионам за апрель—август в табл. 7 свидетельствуют о совпадении теплых зим с засухой в следующих регионах:

- I (Северо-Западном) — в 75 % случаев,
- II (Северном) — в 67 % случаев,
- IV и VII (Волго-Вятском и Северо-Кавказском) — в 65 % случаев.

В V и VI (Центрально-Черноземном и Поволжском) регионах засуха чаще наступала после холодной зимы (оценка «минус») и сопряженность оценивается соответственно 57 и 58 %, а в III (Центральном) — 50 %.

Оценки по месяцам на всей территории (табл. 8) позволяют сделать вывод, что после теплой зимы засуха чаще была в апреле (76 %) и июле (62 %), а после холодной — в мае (59 %) и августе (58 %). Для июня оценка наступления засухи после теплой зимы составила 52 %, а после холодной — 48 %.

Оценки сопряженности зимних условий (\bar{W}_i) с избыточным увлажнением ($S_a \leq -2$) даны в табл. 9 и 10, где знак «плюс» указывает на совпадение холодной зимы с избыточным увлажнением (\bar{W}_i-), а знак «минус» — теплой (\bar{W}_i+).

Обратимся к оценкам по регионам за все лето (табл. 10). Положительные оценки (+) отмечены в V и VII регионах (71 и 64 % соответственно). Отрицательные оценки (–) отмечены в IV и VI регионах (59 и 71 % соответственно). Для остальных регионов оценки совпадения зимних условий и переувлажнения близки к 50 %.

Таблица 9

Оценка сопряженности зимних условий с избыточным увлажнением по регионам за все лето, %

Период	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–
Лето в целом	52	48	56	44	56	44	41	59	71	29	29	71	64	36

Таблица 10

Оценка сопряженности зимних условий с избыточным увлажнением по месяцам на всей территории, %

Регион	Апрель		Май		Июнь		Июль		Август	
	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–
Вся территория	48	52	44	56	45	55	74	26	62	38

Оценка сопряженности по месяцам на всей территории (табл. 10) показывает, что чаще всего после холодной зимы избыточное увлажнение бывает в июле (74 %) и августе (62 %). После теплой зимы избыточное увлажнение наступает в 38—56 % случаев.

В заключение отметим, что заметное потепление зим началось с 1982—1983 гг., когда значение \bar{W}_i составило 1,49. К таким же зимам относятся зимы 2000—2001 гг. ($\bar{W}_i = 1,35$) и 1980—1981 гг. ($\bar{W}_i = 1,20$). После этих зим засушливость отмечалась в трех месяцах (апреле, июне и июле).

Анализ погодных условий позволяет судить о повторяемости и продолжительности теплых—холодных периодов зимой—летом и их сопряженности. При дальнейшем накоплении такой информации можно ее использовать в качестве рекомендаций при составлении месячных и сезонных прогнозов засушливости и избыточного увлажнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. П е д ь Д. А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Тр. ГМЦ СССР—1975. — Вып. —156. — С. 19—38
2. П о п о в А. В. О возможности прогноза теплых многоснежных и холодных малоснежных зим // Тр. ГМЦ СССР. —1975. — Вып. —156. — С. 77—84